

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 767 004

②① N° d'enregistrement national : 97 09936

⑤① Int Cl⁶ : H 04 N 5/335

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 29.07.97.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.02.99 Bulletin 99/05.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : SYNAPS SOCIETE ANONYME —
FR.

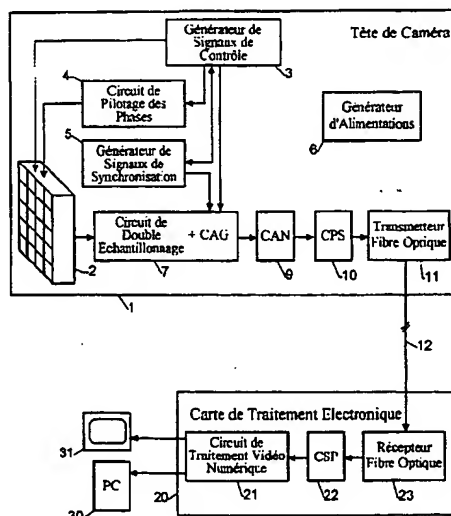
⑦② Inventeur(s) : AUGAIS THIERRY.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET MOUTARD.

⑤④ CAMERA NUMERIQUE A TRANSMISSION SERIE PAR FIBRE OPTIQUE DU SIGNAL VIDEO.

⑤⑦ La caméra selon l'invention comporte une tête de caméra (1) reliée par une liaison numérique série (12) à une carte électronique de traitement (20) du signal numérique transmis par ladite liaison, la tête de caméra comprenant un capteur à cellules photosensibles (2) de conversion en un signal électrique de l'intensité lumineuse focalisée par un système optique, et des circuits (3, 4, 5) de génération de signaux de synchronisation et de pilotage du capteur à cellules photosensibles, la tête de caméra (1) comprenant en outre un circuit de conversion analogique / numérique (9) qui convertit sous la forme d'un signal numérique le signal délivré par le capteur à cellules photosensibles (2), et un transmetteur série (10, 11) qui sérialise le signal parallèle fourni par le circuit de conversion analogique / numérique (9), le signal numérique série étant transmis par la liaison numérique série (12) à la carte électronique de traitement (20).



FR 2 767 004 - A1



La présente invention concerne une caméra du type à tête de caméra de petite taille déportée et reliée par une liaison série à un boîtier électronique de traitement.

- 5 Elle s'applique notamment, mais non exclusivement, aux caméras endoscopiques à usage médical ou dentaire, dans lesquelles la tête de caméra est intégrée dans une pièce à main.

- D'une manière générale, on sait qu'on a déjà réalisé des caméras comportant, de
10 manière connue en soi, une tête de caméra comprenant un capteur à cellules photosensibles pour convertir en un signal électrique l'intensité lumineuse focalisée par un système optique, et un circuit d'amplification du signal engendré par le capteur. La tête de caméra est reliée à un boîtier électronique de traitement du signal délivré par le capteur à cellules photosensibles par un câble constitué de
15 nombreux conducteurs blindés ou coaxiaux et adaptés électriquement, ayant pour fonction d'amener du boîtier électronique vers la tête de caméra, les tensions d'alimentation, les phases de pilotage du capteur à cellules photosensibles et le signal de sortie du capteur à cellules photosensibles vers le boîtier électronique.
Le capteur à cellules photosensibles consiste en une matrice CCD (Charge
20 Coupled Device).

Par ailleurs, le boîtier électronique réalise la génération des signaux de synchronisation des signaux vidéo, la génération des signaux de commande et de pilotage des phases de la matrice CCD, ainsi que le traitement du signal vidéo fourni par la matrice CCD (double échantillonnage, séparation et génération des
5 composantes couleurs), pour produire un signal vidéo standard par exemple PAL, NTSC, Y/C.

Dans le cas où l'application nécessite l'exploitation du signal vidéo sur un ordinateur, on utilise une carte de capture d'images qui reçoit le signal vidéo et qui fournit une information numérique exploitable par l'ordinateur.

10

On a déjà proposé une solution plus intégrée qui consiste à inclure les fonctions du boîtier électronique de la caméra directement sur la carte de capture d'images. Dans ce cas, le câble décrit ci-avant relie la tête de caméra directement à la carte de capture d'images installée dans l'ordinateur.

15

Ces solutions présentent de nombreux inconvénients.

Tout d'abord, la matrice CCD est bien souvent située à une distance importante de l'électronique de pilotage réalisée par le boîtier électronique ou la carte de capture d'images, cette distance pouvant varier de quelques mètres, dans le cas
20 d'applications médicales ou dentaires, à quelques dizaines de mètres dans le cas d'applications industrielles de contrôle ou de surveillance nécessitant une tête de caméra de petite taille.

Le pilotage à distance de la matrice CCD par l'électronique du boîtier et la
25 transmission par câble du signal vidéo de la tête de caméra vers le boîtier électronique entraînent une mise en oeuvre très délicate si l'on veut minimiser la dégradation des performances du système, en particulier, la qualité du signal vidéo et l'immunité aux perturbations électriques.

30 Lorsque la longueur du câble atteint quelques dizaines de mètres, le pilotage de la matrice CCD à cette distance n'est plus possible. Il est alors nécessaire d'intégrer l'électronique de pilotage de la matrice CCD dans la tête de caméra.

On a alors tenté de miniaturiser l'ensemble de l'électronique du boîtier pour l'intégrer à la tête de caméra, la transmission du signal vidéo produit par la
35 caméra étant réalisée par un câble coaxial dont la longueur est limitée à quelques centaines de mètres.

- Dans l'une ou l'autre des réalisations décrites précédemment, le câble de liaison ne permet pas d'assurer une isolation électrique, ce qui est indispensable dans les applications médicales ou dentaires (norme CEI 601.1 directive basse tension). Ce câble est en outre sensible aux perturbations électromagnétiques, ce qui dans
- 5 les environnements perturbés conduit à une dégradation du signal vidéo transmis, d'autant plus importante que les perturbations sont intenses et le câble long. A l'inverse, il engendre des perturbations électromagnétiques, ce qui implique des solutions spécifiques pour les maintenir à un niveau suffisamment bas.
- 10 Par ailleurs, dans le cas où les images fournies par la tête de caméra sont exploitées sur ordinateur, le signal vidéo issu de la matrice CCD doit subir de nombreux traitements avant d'obtenir des données numérisées exploitables par un ordinateur. A la sortie de la matrice CCD, il doit tout d'abord subir une
- 15 amplification avant d'être transmis sur le câble à destination du boîtier électronique ou de l'ordinateur. Il doit ensuite subir un double échantillonnage, différents traitements analogiques nécessaires à la séparation des composantes couleurs et à la construction de la composante luminance, ainsi qu'un encodage pour l'obtention du signal vidéo composite ou Y/C. Ces traitements analogiques nécessitent de nombreux réglages et de nombreux composants passifs, tels que
- 20 des filtres, des potentiomètres et des lignes à retard.

La présente invention a pour but de supprimer ces inconvénients. A cet effet, elle propose une caméra comportant une tête de caméra reliée par une liaison numérique série à une carte électronique, la tête de caméra comprenant un

25 capteur à cellules photosensibles de conversion en un signal électrique de l'intensité lumineuse focalisée par un système optique, et des circuits de génération de signaux de synchronisation et de pilotage du capteur à cellules photosensibles.

- 30 Selon l'invention, cette caméra est caractérisée en ce que la tête de caméra comprend en outre un circuit de conversion analogique / numérique qui convertit sous la forme d'un signal numérique le signal délivré par le capteur à cellules photosensibles et un circuit de transmission numérique série de l'information parallèle fournie par le convertisseur analogique / numérique, le signal numérique
- 35 ainsi obtenu étant transmis par la liaison numérique série à la carte électronique.

Cette solution permet d'obtenir directement l'information utile sous forme numérique série en réduisant les étapes intermédiaires de traitement du signal en

1
sortie de la matrice CCD. En effet, la conversion analogique / numérique est appliquée directement sur le signal produit par la matrice CCD, c'est-à-dire qu'il est fourni par la tête de caméra sous forme numérique sans avoir subi de traitements de conformation à des standards vidéo usuels. Tous les réglages sont
5 supprimés et le traitement du signal numérique série peut ensuite être effectué entièrement sous forme numérique.
Cette disposition permet également la réalisation d'une tête de caméra de dimensions très réduites.

10 Comme le signal est transmis sous forme numérique entre la tête de caméra et la carte de traitement, il n'y a plus de perte d'information au niveau de la transmission par le câble de liaison, donc plus de limitation de la distance entre la tête de caméra et la carte de traitement, les signaux numériques étant peu sensibles aux perturbations. En fait, la seule perturbation du signal est engendrée
15 par le bruit de quantification dû à la conversion numérique / analogique, ce bruit pouvant être réduit en augmentant la dynamique de la conversion analogique / numérique.

Par ailleurs, le signal produit après traitement numérique est directement
20 utilisable par un ordinateur.

Comme la matrice CCD se trouve à proximité des circuits de synchronisation et de pilotage des phases, ces derniers peuvent assurer un pilotage optimal de la matrice et donc une qualité optimale du signal délivré par celle-ci.

25 Selon une particularité de l'invention, la transmission du signal numérique de la tête de caméra vers la carte de traitement électronique est réalisée par fibre optique qui est particulièrement bien adaptée aux transmissions numériques et offre un débit important, tout en permettant de s'affranchir des problèmes
30 d'isolation entre la tête de caméra et la carte de traitement, ainsi que des problèmes liés aux perturbations électromagnétiques.

Selon une autre particularité de l'invention, le signal produit par le capteur à cellules photosensibles subit un prétraitement de double échantillonnage et de
35 contrôle automatique de gain avant d'être traité par le convertisseur analogique / numérique.

Un mode de réalisation du dispositif selon l'invention sera décrit ci-après, à titre d'exemple non limitatif, avec référence au dessin annexé dans lequel :

5 La figure unique représente schématiquement la caméra selon l'invention.

Sur cette figure, la caméra selon l'invention comprend une tête de caméra 1 reliée par fibre optique 12 à une carte de traitement électronique 20 pouvant par exemple se connecter directement au bus interne d'un ordinateur, tel qu'un micro-ordinateur 30, ou bien piloter un écran vidéo 31.

10 La tête de caméra 1 comprend une matrice de type CCD 2 qui est pilotée et synchronisée par un générateur de signaux de contrôle 3 et un circuit de pilotage des phases 4 également piloté par le générateur de signaux 3, l'ensemble étant synchronisé par un générateur de signaux de synchronisation 5.

15 Le signal de sortie de la matrice 2 est traité par un circuit de double échantillonnage 7 comprenant un dispositif de contrôle automatique de gain, dont la sortie est reliée à un convertisseur analogique / numérique 9 qui numérise le signal produit par la matrice 2. Afin de transmettre ce signal numérique sur une
20 liaison série, tel qu'un câble électrique ou une fibre optique, la sortie parallèle du convertisseur analogique / numérique 9 est appliquée à un transmetteur série 10 qui effectue entre autre l'encodage parallèle / série du signal vidéo généré par le convertisseur analogique / numérique 9 et qui applique le signal numérique série qu'il produit à l'entrée d'un transmetteur optique 11 connecté à une fibre optique
25 12.

L'ensemble des composants de la tête de caméra 1 est alimenté par exemple au moyen d'un ensemble ou d'un accumulateur électrique rechargeable (non représenté sur la figure), par l'intermédiaire d'un générateur d'alimentations 6 qui
30 fournit les différentes tensions nécessaires à ces composants. De cette manière, la tête de caméra et son alimentation sont totalement isolées.

On peut également alimenter la caméra par câbles à partir d'une alimentation située par exemple à proximité de la carte de traitement électronique ou de
35 l'ordinateur. Cette alimentation basse tension pourra être isolée électriquement de manière à ce que la tête de la caméra reste correctement isolée.

La matrice CCD présente par exemple une diagonale de $\frac{1}{4}$ de pouce (6,35 mm) pour une résolution de 582 lignes de 752 points. Une telle matrice est par exemple fabriquée par la firme SONY sous la référence ICX069.

Cette matrice CCD pilotée par le générateur de signaux de cadencement 3, 5 délivre un signal à la cadence typique de 14,1875 Mpixels par seconde pour être compatible avec les cadences des signaux vidéo traditionnels, mais cette fréquence peut être différente étant donné que, en fin de traitement on dispose d'images numériques stockées en mémoire, cette mémoire pouvant alors être lue à une cadence différente de sa cadence d'écriture, et adaptée à la cadence du signal 10 vidéo composite à reconstituer.

Les générateurs de signaux de cadencement 3 et de synchronisation 5 sont disponibles sous la forme de circuits intégrés portant respectivement les références CXD 1265 et CXD 1159 de la firme SONY, le circuit de pilotage des 15 phases étant également réalisé par un circuit intégré de référence CXD 1267 de la firme SONY.

Par ailleurs, le circuit de double échantillonnage et de CAG 7 correspond par exemple au circuit intégré CXA 1690 de la firme SONY. La numérisation du signal en sortie du circuit 7 peut être effectuée par le convertisseur numérique / 20 analogique à 10 bits de référence XRD 6415 de la firme EXAR, tandis que la conversion parallèle / série peut être effectuée par le composant AM7968 de la firme AMD. Le transmetteur de référence HFBR 1414 de la firme H.P. convient parfaitement pour réaliser le transmetteur par fibre optique 11.

25 Grâce à cette solution, les pixels sont numérisés sur 10 bits, ce qui permet d'obtenir un rapport signal sur bruit de 55 à 60 dB. Ils sont ensuite transmis en série à raison de 10 ou 12 bits par pixels, soit un débit en rafale d'environ 170 Mbits par seconde, ce qui est parfaitement réalisable avec des fibres optiques adéquates.

30

La carte de traitement vidéo 20 comprend un récepteur 23 adapté aux transmissions par fibres optiques (par exemple un composant de type HFBR 2416) de la firme H.P., ce récepteur étant connecté à la fibre optique 12 et transmettant le signal numérique qu'il reçoit à un convertisseur série / parallèle 22 35 (par exemple un composant de type AM7969 de la firme AMD). Le signal parallèle délivré par le convertisseur 22 est appliqué en entrée d'un circuit de traitement vidéo 21 qui permet de reconstituer à partir du signal parallèle les

composantes de luminance et chrominance d'un signal vidéo, par exemple un signal vidéo numérique de type Y:U:V 4:2:2.

- La structure des filtres de couleurs disposés sur les photosites de la matrice CCD
- 5 fabriquée par la firme SONY est telle que le signal fourni par la matrice présente les caractéristiques suivantes. Le signal de luminance est obtenu à la cadence des pixels en additionnant le pixel courant au pixel précédent. La composante rouge du signal de chrominance est obtenue une ligne sur deux et à la moitié de la cadence pixel en soustrayant du pixel courant le pixel précédent. La composante
- 10 bleue du signal de chrominance est également obtenue une ligne sur deux et à la moitié de la cadence pixel, alternativement avec la composante rouge, en soustrayant du pixel précédent le pixel en cours.
- Les traitements nécessaires à la construction des signaux de luminance et de chrominance sont réalisés de manière usuelle en analogique. Dans le cas de la
- 15 solution selon l'invention, ces traitements sont réalisés directement en numérique par le circuit de traitement 21, ce qui permet d'obtenir une meilleure précision et de supprimer tous les réglages que l'on trouve dans les circuits de traitement analogiques.
- 20 Les traitements numériques du signal vidéo procurent en outre une grande souplesse, par exemple l'utilisation de tables de transformation (look-up tables), pour l'application de commandes de contrôle par logiciel des caractéristiques de l'image finale : luminosité, contraste, réglage des composantes couleur, saturation.

REVENDEICATIONS

1. Caméra comportant une tête de caméra (1) reliée par une liaison numérique série (12) à une carte électronique de traitement (20) du signal
5 numérique transmis par ladite liaison, la tête de caméra comprenant un capteur à cellules photosensibles (2) de conversion en un signal électrique de l'intensité lumineuse focalisée par un système optique, et des circuits (3, 4, 5) de génération de signaux de synchronisation et de pilotage du capteur à cellules photosensibles, caractérisée en ce que la tête de caméra (1) comprend en outre un circuit de
10 conversion analogique / numérique (9) qui convertit sous la forme d'un signal numérique le signal délivré par le capteur à cellules photosensibles (2), et un transmetteur série (10, 11) qui sérialise le signal parallèle fourni par le circuit de conversion analogique / numérique (9), le signal numérique série étant transmis par la liaison numérique série (12) à la carte électronique de traitement (20).

15

2. Caméra selon la revendication 1,
caractérisée en ce que la liaison numérique série (12) reliant la tête de caméra (1) à la carte de traitement électronique (10) est réalisée par fibre optique.

20

3. Caméra selon la revendication 1 ou 2,
caractérisée en ce que le signal produit par le capteur à cellules photosensibles (2) subit un prétraitement de double échantillonnage et de contrôle automatique de gain avant d'être traité par le convertisseur analogique / numérique (9).

25

4. Caméra selon l'une des revendications précédentes,
caractérisée en ce que la tête de caméra (1) comporte sa propre source d'alimentation électrique.

5. Caméra selon l'une des revendications précédentes,
30 caractérisée en ce que la tête de caméra (1) est alimentée par une source d'alimentation électrique distante isolée électriquement de la carte électronique de traitement et de toute autre source électrique.

6. Caméra selon l'une des revendications précédentes,
35 caractérisée en ce qu'elle comprend un isolement conforme à un usage médical ou dentaire.

7. Caméra selon l'une des revendications précédentes,

caractérisée en ce que la carte électronique de traitement (20) du signal série fourni par la liaison série (12) est conçue pour équiper un ordinateur (30).

